

بررسی پتانسیل خوردگی و رسوب گذاری آب شهر میانه در سال

۱۳۸۷

بهزاد هیبتی^۱، سجاد مظلومی^۱، مهدی فضل زاده دوپیل^{۱*}، شروین درخشان^۲ مهدی نوروزی^۳
(۱) کارشناس ارشد مهندسی بهداشت محیط، گروه بهداشت محیط، دانشکده بهداشت، دانشگاه علوم پزشکی تهران
مسئول آزمایشگاه آب و فاضلاب شهری شهر میانه
عضو هیات علمی - دانشکده بهداشت دانشگاه علوم پزشکی قم

چکیده

مقدمه: خوردگی موجب رها شدن فلزات (از جنس لوله) به داخل سیال انتقالی می شود. اگر خوردگی به سرعت اتفاق بیفتد باعث ایجاد حفره در لوله ها و در نهایت سوراخ شدن لوله می شود که در هنگام مکش منفی باعث ورود آلاینده ها به داخل لوله می شود و اگر آب تمایل به رسوب گذاری داشته باشد به مرور زمان با ایجاد لایه های رسوب در قسمت داخلی لوله باعث کم شدن قطر داخلی لوله و در نهایت کاهش انتقال جریان آب داخل لوله می شود.

مواد و روش ها: این تحقیق با هدف تعیین پتانسیل خوردگی آب آشامیدنی شهر میانه در سال ۱۳۸۷ و با استفاده از اندیس های خوردگی رایزنر، لانژلیه، تهاجمی، پوکوریوس و لارسن انجام گرفت. **یافته های پژوهش:** نتایج نشان می دهد که میانگین و انحراف معیار برای شاخص لانژلیه به ترتیب برابر ۰.۲۴ و ۰.۰۹ می باشد. همچنین برای شاخص رایزنر به ترتیب ۷.۷۴ و ۰.۲۲ می باشد. محاسبات انجام شده برای شاخص های تهاجمی، پوکوریوس و لارسن نشان می دهد که میانگین و انحراف معیار برای شاخص تهاجمی برابر ۱۱.۸۴ و ۰.۰۶، پوکوریوس برابر ۶.۷۸ و ۰.۳۴ و برای شاخص لارسن برابر ۱.۱ و ۰.۲ می باشد.

نتیجه گیری نهایی: بررسی اندیسهای خوردگی نشان دادند که آب شرب شهر میانه تمایل به خوردگی دارد. هم چنین مقایسه پارامترهای کیفی آب آب شرب شهر میانه با استانداردهای موجود بیانگر آن است که به غیر از فلئور که کمتر از حد مطلوب استاندارد و TDS و کلسیم و منگنز که بیشتر از حد استاندارد مطلوب می باشد میانگین غلظت سولفات، کلرور، سختی و میانگین pH آب شرب شهر میانه در محدوده استاندارد ایران و سازمان حفاظت محیط زیست آمریکا قرار دارد.

واژه های کلیدی: پتانسیل خوردگی، رسوب گذاری، اندیس خوردگی، آب شرب، شهر میانه

*نویسنده مسئول: گروه بهداشت محیط، دانشکده بهداشت، دانشگاه علوم پزشکی تهران

Email: fazlzadeh2005@yahoo.com

Survey of Corrosion and Scaling Potential produced 2009–Mianeh 2008 water from

Heibati B¹, mazloomi S^{1*}, fazlzadeh M^{1*}, shervin D², noruzi M

1- Instructor, Dept of health collage, Tehran Medical Science University

2- liable of water and wastewater mianeh laboratory

3- faculty members Dept of health collage, qom Medical Science University

Abstract:

Introduction: Corrosion causes metals delivering (conduit materials) into the conveyed liquid. If the corrosion be very rapid, it will cause pipes cavitation. Then, the intrusion of contaminants into the pipes result in negative suction and if the water has been scaling tendency, a scale layer will introduce, then induce internal scaling and reduce convey potential in pipes.

Objective: The aim of this research was determining of the corrosion potential of potable water of Mianeh in March 2008 to June 2009. This study carried out with using of Ryznar, Langlier, Aggressiveness, Puckorius, and Larson- skold Corrosion and Saturation Indexes.

Results: The calculated results show that the average Langelier Index is -0.24 with Standard Deviation about 0.09. Also the results show that the average values and SD for Ryznar Index are 7.74 and 0.22 respectively. The results show that the average values and SD for Aggressive Corrosion Index are equal to 11.84 and 0.06, respectively, for Puckorius Index equal to 6.78 and 0.34, and Larson Index equal to 1.1 and 0.2, respectively.

Conclusion: By survey of corrosion indexes, it founded that potable water of Mianeh has corrosion tendency. By comparing of the quality parameters potable water with available standards, it's founded except fluoride is lower of standard limit and TDS and Ca and Mn that over than optimum the average concentration for Ca^{++} , SO_4^{--} , Cl^- , hardness, and pH is in the range of Iran and EPA water quality standards.

Key words: Corrosion Potential, scaling, corrosion index, Mianeh city, drinking water¹

***Corresponding Author:** Tehran University Of Medical Sciences, School Of Public Health. Department of Environmental Health Engineering, Tehran, I.R IRAN.

مقدمه

شهر میانه یکی از شهرهای استان آذربایجان شرقی، ایران، است که جمعیت آن در سال ۸۵ برابر ۹۶۱۵۹ نفر بوده است (sci.org.ir). از لحاظ جغرافیایی این شهر در ۴۷ درجه و ۴۲ دقیقه طول شرقی و ۳۷ درجه و ۲۰ دقیقه عرض شمالی واقع است و ارتفاع آن از سطح دریا بطور متوسط ۱۱۰۰ متر می باشد. منبع تامین آب آشامیدنی این شهر، آبهای زیرزمینی می باشد.

در بیشتر مواقع پیک مصرف در طول شبانه روز، (علی الخصوص فصول گرم) در بسیاری از مناطق شهری (بخصوص نقاط مرتفع شهر) دچار قطعی آب می شوند. بنابراین بیشتر مردم برای تامین آب مورد نیاز شان در طول روز از ظروف نگهداری آب و یا تانکرهایی در پشت بام منازل استفاده می کنند. و همین شرایط یک عامل مناسب برای ایجاد سیفون معکوس و آلودگی شبکه توزیع و در نتیجه عواقب بهداشتی بعد از آن می شود. هر چند که تقریباً صد درصد شهر تحت پوشش شبکه توزیع آب می باشد اما با توجه به افزایش جمعیت شهر و همچنین افزایش مهاجرت از روستا به شهر و کاهش منابع آب در دسترس، در سالهای آینده این شهر دچار بحران کمبود آب، بخصوص در فصل گرما خواهد شد. که با احداث تصفیه خانه و بهره برداری از این تصفیه خانه در سالهای آینده این مشکل برطرف می گردد (۱).

بر اساس مطالعات انجام گرفته توسط جاسم سواری و همکاران در فاصله سالهای ۸۵-۸۳ بر روی آب شهر اهواز، آب این شهر را متمایل به خورنده اعلام کردند که همین عامل باعث ورود آلاینده ها به داخل شبکه توزیع می شود (۲). لیونتل و همکاران در سال ۲۰۰۴ در کشور آفریقای جنوبی اعلام کردند که خوردگی و رسوب گذاری از مشکلات متداول در خطوط انتقال و توزیع آبهای زیرزمینی است و مکانیزم اثر و شدت آن به دو عامل یکی کیفیت آب و دیگری جنس لوله بستگی دارد. صرف نظر از عوامل این مشکل، راه حل آن (یا کم کردن این مشکل) تنظیم pH، غلظت کربنات کلسیم و تثبیت آب می باشد (۳). در مطالعه ای که توسط بهزاد نیکپور و همکاران بر روی اندیس خوردگی آب شبکه آبرسانی شهر بهشهر در سال ۱۳۸۴ انجام گرفت به این نتایج رسیدند که آب این شهر از لحاظ اندیس لانژلیه در حالت تعادل و ایجاد قشر ضعیفی از کربنات کلسیم می باشد. همچنین از لحاظ اندیس رایزنر تمایل به خوردگی نسبی وجود دارد (۴). در مطالعه ای که در سال ۱۳۸۴ توسط حمیدرضا پورزمانی به منظور تعیین پتانسیل خوردگی در آب زیرزمینی منطقه صنعتی اشترجان، پارامترهای دما، pH، سختی کلسیم، قلیائیت و TDS در ۵ محل نمونه برداری و در ۱۲۵ نمونه مورد سنجش قرار گرفت مقایسه نتایج بدست آمده نشان دهنده این است که آب زیرزمینی منطقه صنعتی اشترجان در ابتدا حالت خوردگی داشته ولی در طول مسیر حرکت آب زیرزمینی خاصیت خوردگی آن کم شده و تقریباً به شرایط رسوبگذاری رسیده است که نشان دهنده تأثیر صنایع بر کیفیت آب زیرزمینی منطقه است (۵). در اندیس لانژلیه (langlier index saturation=LIS) اثرات کلسیم، قلیائیت کل، کل جامدات محلول و دما جهت تعیین pHs در فرمول مورد نظر، مورد آنالیز قرار می گیرد. در رابطه مربوط به این اندیس

pHs را از pH واقعی کم کرده و اگر نتیجه مثبت باشد آب حالت رسوبگذار داشته و اگر منفی باشد کربنات کلسیم در آب تمایل به حالت محلول دارد (۶۷). در اندیس رایزنر (Rysnar Stability Index: RSI) مقدار pHs به وسیله pH واقعی، غلظت یونهای کلسیم، بی کربنات، کل جامدات محلول و دما تعیین می شود. در این رابطه مقادیر عددی کمتر از ۵ ایجاد رسوب، بین ۵-۷ می تواند خورنده یا رسوب گذار باشد و بیشتر از ۷ خورنده می باشد (۷). از اندیس تهاجمی (aggressiveness index=AI) برای لوله های آذیست سیمان (با دمای بین ۲۷-۴ درجه سانتی گراد) استفاده می شود. در AI، اثر pH، غلظت کلسیم و قلیائیت دخالت داده می شود آبی با AI کمتر از ۱۰ به شدت خورنده و بین ۱۰-۱۲ تقریباً خورنده و بزرگتر از ۱۲ غیر خورنده و رسوبگذار فرض می شود (۸). اندیس پوکوریوس (Puckorius) بر مبنای ظرفیت بافری آب بنا نهاده شده است و حداکثر مقدار رسوبی که جهت ایجاد تعادل در آب می تواند تشکیل شود را نشان می دهد. بنابراین در PSI، از pH تعادل بیشتر از pH واقعی استفاده می شود. غلظت بالای کلسیم می تواند فعالیت یونی محصولات را افزایش دهد، این اندیس یک اندیس تجربی بوده و مقادیر عددی قرائت شده از این رابطه به مانند اندیس رایزنر می باشد. مقادیر عددی کمتر از ۵ ایجاد رسوب، بیشتر از ۷ در صورت وجود رسوب ایجاد رسوب کم می کند (۹). اندیس نسبت لارسن (Larson ratio) یک رابطه تجربی است و بر مبنای مطالعه بر لوله های فلزی استوار می باشد. نسبت لارسن بیانگر میزان خوردگی آب در نتیجه یونهای سولفات و کلراید می باشد که در آن غلظت بی کربنات و کربنات نیز مد نظر می باشد. اگر مقدار عددی حاصله از این رابطه کمتر از ۰,۵ باشد آب پتانسیل خوردگی کمی داشته و اگر ۰,۵-۱ باشد پتانسیل خوردگی متوسط و بیشتر از ۱ باشد آب پتانسیل خوردگی شدید خواهد داشت (۱۰).

خوردگی موجب رها شدن فلزات (از جنس لوله) به داخل سیال انتقالی می شود. اگر خوردگی به سرعت اتفاق بیفتد باعث ایجاد حفره در لوله ها و در نهایت سوراخ شدن لوله شده که در هنگام مکش منفی باعث ورود آلاینده ها به داخل لوله می شود و اگر آب تمایل به رسوب گذاری داشته باشد به مرور زمان با ایجاد لایه های رسوب در قسمت داخلی لوله باعث کم شدن قطر داخلی لوله و در نهایت کاهش انتقال جریان آب داخل لوله می شود. علاوه بر عوامل فیزیکی و شیمیایی آب، بیوفیلم های میکروبی نیز می توانند در خوردگی نقش داشته باشند (خوردگی میکروبی) اگر آب خورنده یا رسوب گذار باشد بسته به نوع عامل آن از روش مناسب جهت کنترل آنها استفاده می شود (۱۱).

مواد و روشها

این تحقیق با هدف تعیین پتانسیل خوردگی آب آشامیدنی شهر میانه در سال ۱۳۸۷ و با استفاده از شاخص های خوردگی لانزلیه، رایزنر، تهاجمی، پوکوریوس و لارسن انجام گرفت. به این منظور اندازه گیری پارامترهای کل جامدات محلول (TDS)، سختی کلسیم، غلظت کلسیم، قلیائیت کل، غلظت بی کربنات، درجه حرارت آب، pH، PHs، شاخص پایداری رایزنر، شاخص لانزلیه، شاخص خوردگی (تهاجمی) و شاخص پوکوریوس بر روی آب شهر میانه به طور متوسط در هر فصل ۱۴ نمونه از چاهها در مدت ۱۲ ماه، یعنی به طور کامل ۵۶ نمونه صورت گرفت. عمل نمونه برداری مستقیماً از چاهها مطابق با دستورالعمل استاندارد متد انجام گرفت.

دما و pH (توسط دستگاه PH / ION Meter مدل 781 ساخت شرکت Metrohm) در محل نمونه برداری اندازه گیری شد ولی اندازه گیری غلظت کلسیم، قلیائیت، سختی کلسیم، بی کربنات، سولفات، کلراید و TDS مطابق با دستورالعمل ذکر شده در کتاب استاندارد متد در آزمایشگاه انجام گرفت. جهت محاسبه اندیسهای خوردگی لانزلیه و رایزنر ابتدا بایستی pH و pHs محاسبه شود (رابطه ۱)

$$\text{pHs} = \{ (9.3 + A + B) - (C + D) \} \quad \text{رابطه (۱)}$$

$$A = \text{مربوط به کل جامدات محلول در آب (mg/l)}$$

$$B = \text{مربوط به درجه حرارت آب (}^{\circ}\text{C)}$$

$$C = \text{مربوط به سختی کلسیم (mg/l CaCO}_3\text{)}$$

$$D = \text{مربوط به قلیائیت (mg/l CaCO}_3\text{) (۶)}$$

بعد از محاسبه pHs مقادیر اندیس لانزلیه و رایزنر به ترتیب از رابطه های ۲ و ۳ به دست می آید:

$$\text{LI} = \text{pH} - \text{pHs} \quad \text{رابطه (۲)}$$

$$\text{RI} = 2\text{pHs} - \text{pH} \quad \text{رابطه (۳)}$$

$$\text{pH} = \text{pH واقعی آب}$$

$$\text{pHs} = \text{pH آب در حالت اشباع از کربنات کلسیم}$$

$$\text{LI} = \text{شاخص لانزلیه}$$

$$\text{RI} = \text{شاخص رایزنر (۷)}$$

جهت محاسبه شاخص خوردگی (تهاجمی) از رابطه (۴) استفاده می شود:

$$\text{AI} = \{ \text{pH} + \log[(A)(H)] \} \quad \text{رابطه (۴)}$$

$$\text{AI} = \text{شاخص خوردگی تهاجمی}$$

$$A = \text{قلیائیت کل (mg/l CaCO}_3\text{)}$$

H = سختی کلسیم (mg/l CaCO₃) (۸).

برای محاسبه اندیس پوکوریوس نیز از رابطه های ۵ و ۶ استفاده می شود (۹):

$$\text{رابطه (۵)} \quad \text{PI} = 2\text{pHs} - \text{pH}_{\text{eq}}$$

$$\text{pH} = \text{pH}_{\text{eq}} \quad \text{در حالت تعادل}$$

$$\text{T.ALK} = \text{قلیائیت کل (mg/l CaCO}_3\text{)}$$

$$\text{PI} = \text{اندیس پوکوریوس}$$

$$\text{رابطه (۶)} \quad \text{pH}_{\text{eq}} = 1.465 \log(\text{T.ALK}) + 4.54$$

برای محاسبه اندیس لارسون - اسکولد از رابطه شماره (۷) استفاده می شود:

رابطه (۷)

$$\text{LR} = \frac{[\text{Cl}^-] + 2. [\text{SO}_4^{2-}]}{[\text{HCO}_3^-]}$$

$$\text{CL}^- = \text{غلظت یونی کلراید بر حسب میلی گرم در لیتر (mg/l)}$$

$$\text{SO}_4 = \text{غلظت یونی سولفات بر حسب میلی گرم در لیتر (mg/l)}$$

$$\text{HCO}_3^- = \text{غلظت یونی بی کربنات بر حسب میلی گرم در لیتر (mg/l)}$$

$$\text{LR: اندیس لارسن (۱۰)}.$$

پس از محاسبه اندیسهای خوردگی، نتایج بدست آمده بر اساس استانداردهای ملی آب کشور و استانداردهای بین المللی با نرم افزارهای Excel و SPSS 16.0 تجزیه و تحلیل شد و وضعیت آب از نظر خوردگی بر اساس آنها مشخص شد.

نتایج

برای تعیین پتانسیل خوردگی و رسوبگذاری از آب آشامیدنی چاههای شهر میانه پارامترهای کیفی آب شامل دما، pH، قلیائیت کل، سختی کلسیم، غلظت کلسیم، غلظت سولفات، غلظت کلراید و کل جامدات محلول (TDS) اندازه گیری شد که مقادیر مینیمم، ماکزیمم، میانگین و انحراف معیار این پارامترها در جدول (۱) نشان داده شده است.

سپس اندیسهای خوردگی با استفاده از فرمولهای ذکر شده در بالا (اندیس های رایزنر، لانزلیه، تهاجمی، پوکوریوس و لارسن) برای هر فصل از سال محاسبه گردید. نتایج محاسبه شده برای شاخص لانزلیه دارای میانگین برابر با ۰,۲۴ - با انحراف معیار ۰,۰۹ می باشد. همچنین نتایج نشان می دهد که میانگین و انحراف معیار برای شاخص رایزنر به ترتیب برابر ۷,۷۴ و ۰,۲۲ می باشد. محاسبات انجام شده برای شاخص های تهاجمی، پوکوریوس و لارسن نشان می دهد که میانگین و انحراف معیار برای

شاخص تهاجمی برابر ۱۱,۸۴ و ۰,۰۶ است برای شاخص پوکوریوس برابر ۶,۷۸ و ۰,۳۴ و برای شاخص لارسن برابر ۱,۱ و ۲. می باشد. جدول (۲) وضعیت اب شرب شهر میانه را از نظر خوردگی و رسوبگذاری بر اساس اندیس های خوردگی نشان می دهد.

جدول (۱)- حداقل، حداکثر، میانگین و انحراف معیار پارامترهای اندازه گیری شده در آب آشامیدنی شهر میانه

پارامترهای اندازه گیری شده	واحد	حداکثر	حداقل	میانگین	انحراف معیار	استاندارد ایران		استاندارد (EPA) MCL
						مقدار مطلوب	مقدار مجاز	
دما	$^{\circ}\text{C}$	۲۵,۵	۱۳,۴	۱۹,۱	۱,۳	-	-	-
pH	-	۷,۷۲	۷,۰۵	7.26	۰.۱۳	۷-8.5	6.5-۹,۲	6.5-8.5
کلسیم	Mg/l	۱۶۵	۸۴	122.09	۱۰,۶	75	200	-
سولفات	Mg/l	۲۵۴	۸۳,۵	159.06	۲۸,۳	200	۶۰۰	۲۵۰
کلرور	Mg/l	۱۷۷,۵	۵۱	104.61	۴۰,۰۶	۲۰۰	۴۰۰	۲۵۰
کل جامدات محلول	Mg/l	۹۸۶	۵۹۸	797.1	۷۱,۲۷	500	1500	500
بی کربنات	mg/l CaCO_3	۴۹۱	۲۲۶	387	۴۰,۲۵	-	-	-
سختی کلسیم	mg/l CaCO_3	۴۲۵,۶۹	۶۰۰	۳۱۰	۴۵,۸	۱۵۰	۵۰۰	-
قلیائیت کل	mg/l CaCO_3	۴۰۱	۱۸۵	۳۲۳,۰۳	۱۵,۳	-	-	-

جدول (۲) وضعیت آب شهر میانه از نظر اندیس های خوردگی و رسوبگذاری

فصل	اندیس لانژلیه	اندیس رایزنر	اندیس تهاجمی	اندیس پوکوریوس	اندیس لارسن
بهار	خوردگی کم	خورنده	نسبتاً خورنده	نسبتاً خورنده	پتانسیل خوردگی شدید
تابستان	خوردگی کم	خورنده	نسبتاً خورنده	نسبتاً خورنده	پتانسیل خوردگی شدید
پائیز	خوردگی کم	خورنده	نسبتاً خورنده	نسبتاً خورنده	پتانسیل خوردگی شدید
زمستان	خوردگی کم	خورنده	نسبتاً خورنده	نسبتاً خورنده	پتانسیل خوردگی

شدید					
------	--	--	--	--	--

بحث و نتیجه گیری:

خوردگی و رسوبگذاری می تواند سبب مسدود شدن لوله ها، کاهش دبی عبوری و عیوب غیر منتظره در لوله ها گردد و همچنین می تواند باعث سوراخ شدن لوله ها شود که در این حالت آب زیادی از لوله ها نشت کرده و میزان آب از دست رفته بسیار قابل توجه خواهد بود (۱۱). با بررسی نتایج بدست آمده از محاسبه شاخص های خوردنگی فهمیده می شود که آب منبع بر اساس اندیس لانزلیه و رایزیر که بیشتر از بقیه اندیسهای خوردنگی استفاده می شود مؤید تمایل به خوردگی آب شرب شهر میانه است (جدول ۲ شکل ۴و). بر اساس شاخص تهاجمی که از این شاخص بیشتر برای لوله های آریست سیمان استفاده می شود، با توجه به این شاخص این منبع مؤید تمایل به خوردگی را نشان می دهد. اندیس پوکوریوس برای آبهایی که pH آنها بیشتر از ۸ باشد از سایر اندیسها دقیقتر و مناسبتر است (۹) و چون در اکثر موارد pH در آب شرب شهر میانه کمتر از ۸ می باشد بنابراین استفاده از این اندیس مناسبتر نیست. اندیس لارسن شاخص جدیدی است که در بسیاری از نقاط دنیا برای تعیین خوردگی آب شرب استفاده می شود. این اندیس بر تأثیر سولفات و کلراید در خوردگی لوله های فلزی استوار است و برای خوردگی لوله های فلزی به کار می رود. نتایج به دست آمده از محاسبه شاخص لارسن نشاندهنده این است که آب دارای پتانسیل خوردنگی شدید می باشد (شکل شماره ۳). با بررسی اندیسهای خوردنگی، بیشتر این اندیسها اب شرب شهر میانه را دارای پتانسیل تمایل به خوردنگی معرفی می کنند.

خوردگی در سیستم های انتقال و توزیع آب باعث ورود آلاینده های خطرناکی مانند کادمیوم، مس، سرب و دیگر آلاینده ها به آب می شود که این آلاینده ها اثرات نامطلوب بهداشتی زیادی به دنبال دارند (۱۲). رسوبگذاری آب نیز ناراحتی های گوارشی دربر دارد. همچنین رسوبگذاری آب باعث کاهش قطر داخلی سیستم های انتقال و توزیع می شود در نتیجه لوله ظرفیت انتقال آب مورد انتظار را نخواهد داشت بدین دلیل می بایست سیستم لوله کشی را تعمیر یا تعویض کرد که هزینه های اقتصادی بالایی در بر خواهد داشت (۱۳).

از مقایسه پارامترهای کیفی آب شرب شهر میانه با استانداردهای موجود به این نتایج رسیدیم که در آن، میانگین دمای آب در طول مدت نمونه برداری ۱۹٫۱ درجه سانتی گراد بوده که در رنج استاندارد می باشد، میانگین PH آب شرب شهر میانه برابر ۷٫۲۶ بوده که در رنج استاندارد ایران و EPA (۵٫۵-۸٫۵) می باشد (۱۴و۱۵). میانگین غلظت کلسیم ۱۲۲٫۰۹ mg/lit در طول دوره نمونه برداری بدست آمده که کمتر از حد مجاز استاندارد و بیشتر از حد مطلوب استاندارد آب آشامیدنی ایران (۲۵۰ mg/lit) بوده

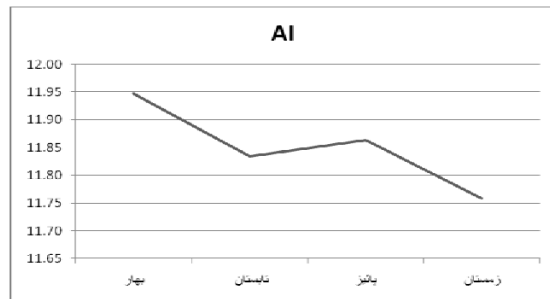
است (۱۵۱۴) میانگین غلظت سولفات و کلرور نیز به ترتیب برابر با ۱۵۹,۰۶mg/lit و ۱۰۴,۰۶ mg/lit می باشد که کمتر از حدود مطلوب استاندارد آب آشامیدنی ایران می باشد (۱۴). میانگین غلظت کل جامدات محلول نیز ۷۹۷,۱ mg/lit می باشد که بیشتر از حد مطلوب استاندارد و کمتر از حد مجاز استاندارد آب آشامیدنی ایران و EPA می باشد (۱۵۱۴).
تقدیر و تشکر:

از مسئولین محترم آزمایشگاه آب و و فاضلاب شهر میانه تشکر و سپاس گزاری به عمل می آید

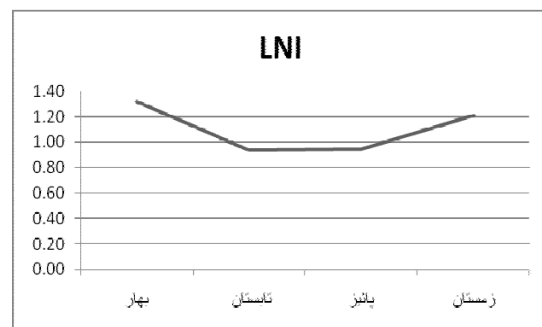
منابع:

- ۱- آمار و اطلاعات کسب شده از شرکت آب و فاضلاب شهر میانه، ۲۰۰۶. شرکت اب و فاضلاب شهر میانه، شماره ۱۰، چاپ ۵، میانه، ایران
2. Savari j, Jafarzade N, Hasani AH, Shams Khoramabadi Gh., comparison of corrosion indexes in ahvaz drinking water distribution network. Second congress environmental engineering. Tehran University (2008).
3. lowental, R.E., Morison, I. and Wentzel, M.C., 2004. Control of corrosion and aggression in drinking water systems, water science an technology, 49(2), pp. 9-18, IWWA publishing.
4. Nikpoor B, nooshadi M, mortazavi MS, yousefi Z., survey the Behshahr drinking water quality based on corrosion and scaling indexes. First congress environmental engineering Tehran University (2006).
5. Poorzamani HR, Ghazaie M, Samani AM., survey the quality of drinking water source in Esfahan oshtorejan industrial park based on corrosion properties. Environmental health congress. Tehran Physician Sciences (2005).
- 6- Singh IB, Chakradhar B, Effect of pH and hardness on the scale formation of mild steel in bicarbonate ion containing water, Corrosion and Its Controls, Volsiand II 1998, 97:1009-1012.
- 7- Rafferty Kevin, Geo-Heat Center Oregon Institute of Technology 3201 Campus Drive Klamath Falls, OR 97601, SCALING IN GEOTHERMAL HEAT PUMP SYSTEMS, Prepared For: U.S. Department of Energy, Idaho Operations Office 785 DOE Place Idaho Falls, ID 83401 Contract No. DE-FG07-90ID 13040 , July 1999.
- 8- Public Health and the Environment World Health Organization Geneva 2007.
- Desalination for Safe Water Supply; Guidance for the Health and Environmental Aspects Applicable to Desalination. 2007.pp42-44.
- 9- Colin, McCaul, Stress corrosion cracking, Senior Engineering Consultant Materials Technology. 2008, Volume7, Number 4.
- 10- Sasidhar P, Vijay Kumar SB. Assessment of groundwater corrosiveness for unconfined aquifer system at Kalpakkam. Environ Monit Assess 2008, 145: 445-452.
- 11- Crittenden JC, Trussell RR, Tchobanoglous G. Water Treatment: Principles and Design. 2nded. John Willy&Sons, Inc; 2005, pp1745-1750 &1779-1782.
- 12- Singley J.E., lee T., "Determining Internal Corrosion Potential in Water Supply System", Committee Report, J.AWWA, August 1984.
- 13- Massimo F, Nevenka H, Jelena Z. Cost efficiency and economies of scale of Slovenian water distribution utilities: an application of panel data stochastic frontier methods. Pavia, aule storiche università, 13 - 14 settembre 2007.
- ۱۴- موسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران، ۱۳۷۶، ویژگی های فیزیکی و شیمیایی آب آشامیدنی، استاندارد شماره ی ۱۰۵۳، چاپ پنجم، تهران.
14. industrial research and standard institute of Iran, physical and chemical quality of drinking water. No 1053, fifth edition, Tehran (1997).
- 15-EPA .,2004. Edition of the drinking water standards and health advisories, EPA 822-R-04-005. Office of water protection agency Washington, DC.

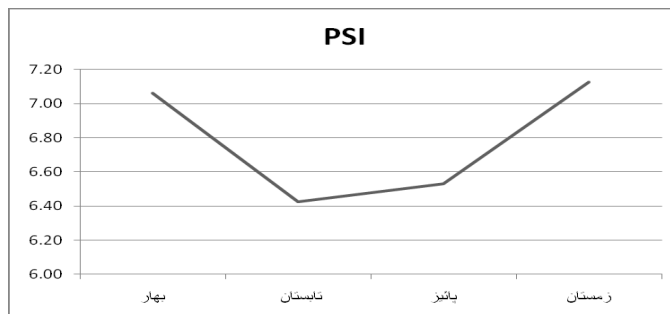
شکل ۱- مقدار شاخص رایزنر در آب شهر میانه



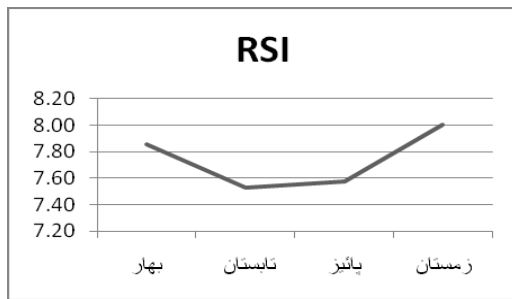
شکل ۴- مقدار شاخص لانژیله در آب شهر میانه



شکل شماره ۵ - مقدار شاخص پوکوریوس در آب شهر میانه



شکل ۲- مقدار شاخص تهاجمی در آب شهر میانه



شکل ۳- مقدار شاخص لارسن در آب شهر میانه

